



# MEDICIÓN DE DISTANCIAS A TRAVÉS DE VISIÓN ESTEREOSCÓPICA

**Ing. Fabián Romero Córdoba.**

Docente de la Facultad

Docente de la Facultad de Ingeniería

(El presente artículo ha omitido algunos pasos de la temática, con el objetivo de incentivar al lector a realizar, implementar y conseguir su funcionamiento en base a la investigación).

## RESUMEN

Un sistema que remplace el sentido de la vista es algo que muchos ingenieros pueden necesitar en la industria, con el fin de dar soluciones a procesos complejos. Presentamos un caso particular: un sistema basado en cámaras web para hacer la medición de distancias, el mismo que puede ser de gran utilidad para predecir movimientos de objetos en proceso de producción.

Palabras clave: Visión Artificial, Pixel, Intersección

## ABSTRACT

A system that replaces the sense of sight is something that many engineers may need in industry for purposes of providing solutions to complex processes. As a particular case present a webcam-based system for measurement of distances which can be useful to predict movements of objects in the production process.

## INTRODUCCIÓN

La mejora absoluta que presentan los microprocesadores de última tecnología es ya un hecho. La implementación de sistemas inteligentes que resuelvan problemas que hasta hace un par

de décadas, eran actividades exclusivas para el ser humano, es ya una realidad

Si tomamos un escenario donde una banda transportadora lleve en sí diferentes elementos en proceso de elaboración, resulta de vital importancia implementar un sistema capaz de apoyar en el control del proceso, contabilizar la producción y, en el transcurso, hacer un análisis de fallas de los elementos producidos.

Se pueden utilizar varios sistemas entre computadores, sensores y cableado para lograr cumplir el objetivo; entre los cuales la Visión Artificial es un buen candidato, no sólo por la flexibilidad en la solución del problema, sino también por el fácil mantenimiento y futuros escalamientos en el proceso.

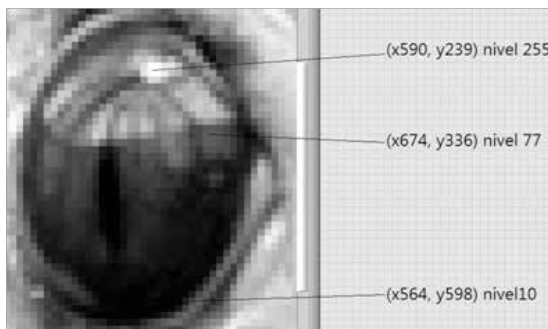
Un ejemplo interesante para ingresar al campo de la Visión Artificial es hacer un algoritmo que permita la medición de distancias, mediante el uso de cámaras de video conectadas a un procesador casero o PC.

Entonces, la pregunta clave que se plantea un ingeniero en el primer intento de hacer un proceso de Visión Artificial ¿Cómo enseñarle a la máquina (PC) a distinguir las formas de las imágenes en el mundo real a través, únicamente, de palabras de instrucción?

Índice de Términos— Algoritmo, Pixel, Visión Artificial, Triangulación.

## FORMACIÓN DE UNA IMAGEN

Una imagen no es más que la organización de niveles de luz en un plano de coordenadas X, Y. De este concepto, deducimos que una imagen digital es un arreglo de elementos, cada uno de ellos llamado PIXEL, el cual se encarga de indicar el nivel de luz o color, según su ubicación en la imagen. Si se hace referencia a una imagen que maneja únicamente escala de gris, el nivel 0 es el color negro y el nivel 255 es el color blanco; de allí que, los niveles intermedios sean tonos entre blanco y negro.



Ubicación y valor de un pixel en una imagen digital

### I.- AREA DE TRABAJO

Cuando encendemos una cámara de video haciendo una vista superior, ésta nos ofrece un área de trabajo en forma de triángulo. Esta área de trabajo de la cámara es un segmento de espacio frente a la cámara, en donde se deben ubicar los objetos para captar su imagen figura 1.1.

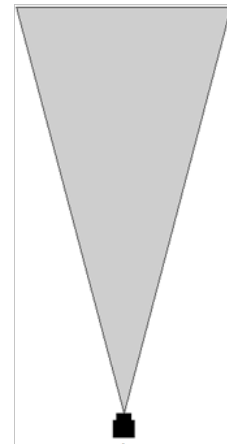


Figura 1.1. Área de trabajo de una cámara.

Si queremos lograr una medición de distancia, debemos tener conciencia que se necesitan, al menos, dos puntos de vista; para lo cual, debemos colocar una segunda cámara de forma paralela a la primera y así obtendremos la siguiente área de trabajo. Figura 1.2.

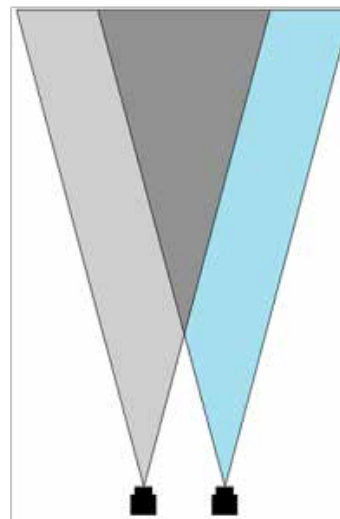


Figura 1.2. Intersección de las áreas de trabajo de dos cámaras.

Se puede apreciar fácilmente que las cámaras intersectan su área de trabajo, permitiéndonos captar una misma imagen desde las dos cámaras, siempre que el objeto se encuentre dentro

de la intersección de las áreas de trabajo.

Cuando colocamos un objeto particular, dentro de las zonas de intersección podemos apreciar, fácilmente, que formamos un triángulo entre las cámaras y el objeto. Figura 1.3a y figura 1.3b.

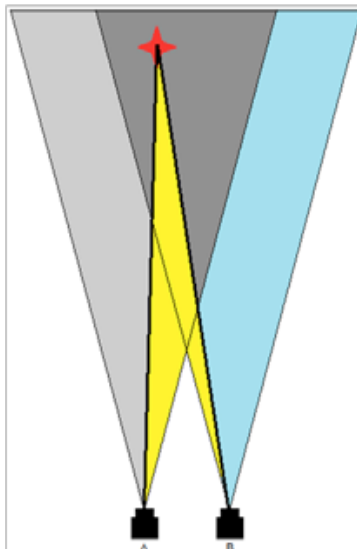


Figura 1.3a. Triángulo formado entre las cámaras y el objeto.

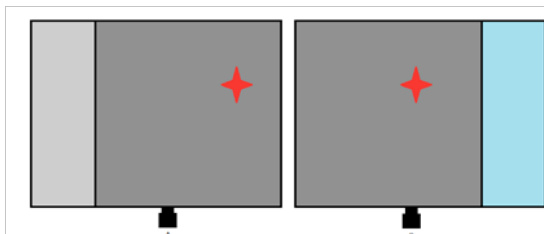


Figura 1.3b. Imagen común para las dos cámaras.

Desde la computadora, se pueden apreciar dos imágenes: una imagen por cada cámara, en donde se encuentra la imagen del mismo objeto, al que queremos realizar la medición de la distancia.

La imagen del objeto posee una posición X, Y dentro de la pantalla. Esta posición debe ser convertida en número de los pixeles a un ángulo, con respecto a la cámara para que los datos sean de utilidad. Figura 1.4.

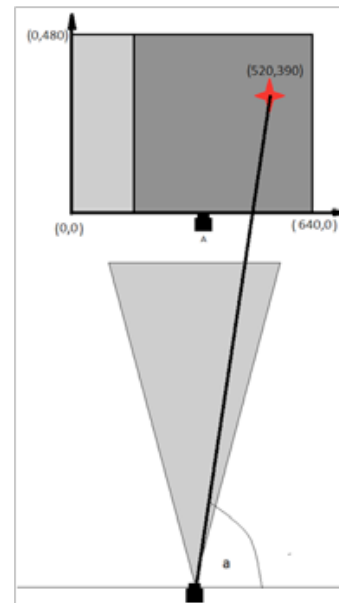


Figura 1.4. La posición del objeto puede ser convertida a un ángulo con respecto a la imagen.

Dentro del sistema, la distancia entre las dos cámaras para la medición de distancia se encuentra ya asignada desde el sistema mismo, pero la distancia desde las cámaras al objeto no es tan fácil de obtener, por lo que el ángulo del objeto con respecto a la horizontal de la cámara es clave en el proceso. Luego de obtener el ángulo de los objetos con respecto a las cámaras, es fácil calcular la distancia desde el objeto hasta éstas, utilizando la Ley de los Senos. Figura 1.5.

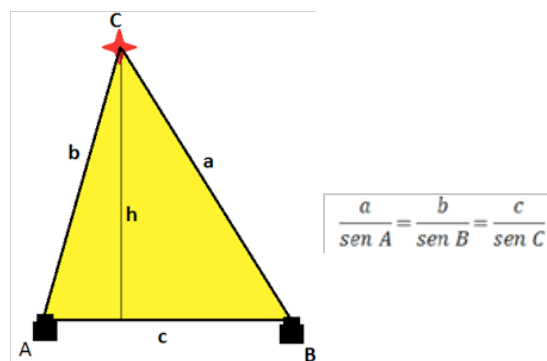


Figura 1.5. Ley de los senos en un triángulo.

Luego, la altura  $h$  del triángulo, la podemos calcular mediante el teorema de Pitágoras.

## II. MONTAJE DE LAS CÁMARAS

Para el proyecto, se utilizaron dos cámaras web de bajo presupuesto, como pueden observarse y, obviamente, de la misma resolución. Estas cámaras fueron colocadas sobre una base de metal a una distancia fija de 10cm., con la posibilidad de corregir su ángulo en dirección del objeto figura 2.1.



Figura 2.1. Vista del sistema para medición de distancias.

A continuación, se pueden apreciar las imágenes captadas por las dos cámaras de forma simultánea. Figura 2.2.



Figura 2.2. Imágenes captadas por las dos cámaras.

Una vez captada la imagen del objeto por las dos cámaras, se pueden utilizar múltiples técnicas para el reconocimiento de objetos. Mientras más complejo es el objeto más difícil será para el computador distinguirlo, desde el fondo;

razón por la cual, para la facilidad de la implementación del proyecto se utilizó un objeto que se diferencie de forma contundente del fondo; para luego, desde el computador, ubicarlo en el plano de la imagen. Figura 2.3.

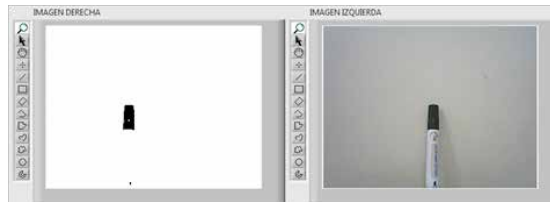


Figura 2.3. Imágenes procesadas por el computador para la ubicación del objeto y posterior cálculo de la distancia.

Si contabilizando la posición de los píxeles oscuros dentro del arreglo de la imagen con fondo blanco, podemos convertirlos en un ángulo del objeto con respecto a la horizontal de la cámara, y así completar los datos para poderlos utilizar dentro del cálculo de la distancia.

En cuanto al aspecto físico, el sistema resultó bastante pequeño, pero bastante efectivo para la medición de la distancia. Figura 2.4.



Figura 2.4. Vista panorámica del sistema haciendo una medición de distancia.

### III. RECONOCIMIENTO DEL OBJETO Y CÁLCULO DE LA DISTANCIA.

Para un software de última generación es fundamental incorporar librerías para el procesamiento de imágenes; razón por la cual, únicamente mostramos el resultado del reconocimiento y medición de la distancia, desde el sistema hasta el objeto figura 3.1.



Figura 3.1. Resultado final haciendo la medición de distancia.

“Necesitamos comprender la filosofía del constructor, magistralmente interpretada por Ruskin, cuando en su conocida idea, afirma:”

“ Toda acción humana resulta honrada, agraciada y verdaderamente magnífica cuando no se hace considerando las cosas que están por venir ... En consecuencia, cuando construyamos, hagámoslo pensando que será para siempre. No edifiquemos para el provecho y el uso actual solamente. Hagamos tales obras que nuestros descendientes nos lo agradezcan y consideremos, a medida que ponemos piedra sobre piedra, que día llegará en que esas piedras serán sagradas porque nuestras manos las tocaron, y que la posteridad pueda decir con orgullo, al ver nuestra labor y la esencia que en ella forjamos: “Mirad aquí el legado de los que nos precedieron” .

# SEGURIDAD PASIVA: El tópicó más descuidado de los conductores actuales y potenciales compradores



**Ing. Xavier González R.**

Articulista Invitado

Docente de la Universidad Politécnica Salesiana UPS

## Introducción

Existen muchos sistemas inteligentes que alertan al conductor ante situaciones peligrosas. Estos pueden actuar en los frenos, dirección y otros componentes que permanentemente se encuentran monitoreando el entorno donde el automóvil se desplaza. Sin embargo, con todo ese despliegue de tecnología, no significa que no estemos expuestos ante una situación desafortunada. No todo accidente es evitable.

Por esta razón, es estrictamente necesario emplear otros recursos en el automóvil para disminuir en gran medida las heridas producidas por un impacto inminente y mantener a los pasajeros indemnes.



Fig. 1 y 2. A la izquierda se ilustran componentes principales en la Seguridad Pasiva de un vehículo. Derecha: Accidente automovilístico. Imagen tomada de la página web: <http://www.coches20.com/choques-terribles-hemos-visto/> Todo componente destinado a proveer protección en un accidente forma parte de la seguridad pasiva, que es rama de la ingeniería automotriz, que se dedica diseñar mecanismos de alta tecnología para que reduzcan al máximo las heridas de los ocupantes, peatones y ciclistas. Los impactos más habituales son los frontales, laterales, posteriores, vuelcos y atropellos a peatones.

La seguridad pasiva siempre ha sido un tema de investigación tanto para los fabricantes como para las instituciones gubernamentales y privados, debido a que no se puede considerar como una materia completa, sin nada más que innovar. Siempre se necesitan mejoras para minimizar los efectos en colisiones vehiculares.



Fig. 3. Pruebas de Impacto. Imagen tomada de la página: <http://motor-show.com.ar/2008/05/21/seguros-autos-argentina/>

## Breve Historia de la Seguridad Pasiva:

Cuando la industria del automóvil estaba en su etapa naciente, poca gente (sobre todo los compradores) era consciente de si su vehículo era seguro en situaciones de alto riesgo, y los fabricantes tampoco pusieron énfasis en desarrollar autos que protejan a los ocupantes. Fue una época de prueba y error para la máquina propulsora de cuatro ruedas y por tanto, se suscitaron varios inconvenientes.



Con el pasar de los años, las compañías automotrices muy poco hicieron al respecto, o sus esfuerzos no fueron los suficientes para ofrecer un producto que pueda disfrutarse durante la conducción, demostrando seguridad, en el caso de una colisión. Existían vehículos que poseían éstos sistemas, pero como accesorio opcional. Activistas y varios grupos presionaban a sus respectivos gobiernos para que se adoptaran regulaciones donde exigían a los fabricantes seguridad en los vehículos.

La primera mejora sustancial fue introducida en 1959 por el fabricante sueco Volvo: *el cinturón de seguridad de tres puntos*. Es un mecanismo simple e ingenioso porque tiene la capacidad de sostener al conductor y sus pasajeros en sus asientos evitando de esta manera que los mismos impacten con el parabrisas o con el volante de dirección. En la figura podemos observar que con el uso del cinturón se reducen las lesiones en varias partes del cuerpo.



Fig. 4. Porcentajes aproximados de las lesiones evitadas con el uso del cinturón de seguridad de tres puntos. Imagen tomada de la página: <http://www.dgt.es/revista/num150/pages/seguridadpasiva.html>

El Air Bag moderno (Bolsa de Aire) fue introducido por Mercedes Benz en 1981 después de varios años de pruebas sorteando problemas

técnicos. Es un complemento casi perfecto del cinturón de seguridad de tres puntos porque en ciertas condiciones, éste no es un elemento suficiente para proveer seguridad a los pasajeros: persistían las heridas y golpes de cabeza debido a las altas desaceleraciones. Entonces, se debía crear algún dispositivo de seguridad que se encuentre entre el ocupante y el tablero o volante. El uso combinado del cinturón de seguridad y el airbag, en caso de colisión, evitaría que 75 de cada 100 personas sufrieran lesiones graves en la cabeza y 66 de cada 100, en el pecho.



Fig. 5. Airbag en funcionamiento. Imagen tomada de la página: <http://mecanicayautomocion.blogspot.com/2009/03/sistemas-de-seguridad-en-el-automovil.html>

Los vidrios laminados fueron otro avance para la seguridad pasiva, éstos tienen la capacidad de quebrarse, manteniéndose los pedazos en su sitio y no salir despedidos como proyectiles al ambiente. Las carrocerías deformables programadas junto con la rigidez de la célula de supervivencia también aportaron en la seguridad, la estructura del vehículo debía ser dotada con materiales y diseños mecánicos que absorbieran el impacto en ciertos lugares de manera que los ocupantes se encuentren aislados justo en el instante del percance.

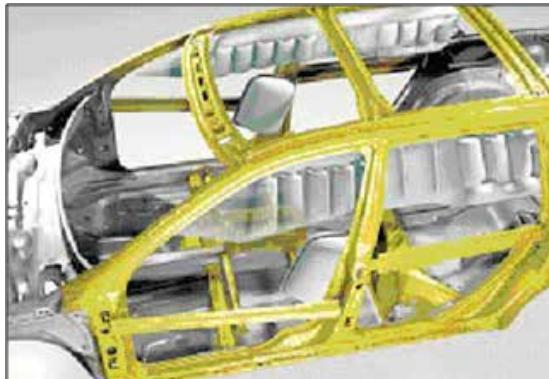


Fig. 6. Imagen de una célula de supervivencia reforzada. Imagen tomada de la web <http://www.todomecanica.com/seguridad-pasiva-componentes-basicos.html>

En muchos siniestros, el conductor sufre fuertes golpes por causa del volante de dirección, incluso, en una colisión frontal la columna de dirección le impactaría directamente. Por esta razón, se han creado anclajes de la columna que al menor síntoma de ruptura, se deforman evitando lesiones fuertes en la cabeza y cara del conductor. Pruebas de Impacto, su estandarización. Organizaciones como la Insurance Institute for Highway Safety (IIHS) y la EuroNCAP han invertido millones de dólares para buscar alternativas viables con la realización de normas que deben ser cumplidas por la industria automovilística con el objetivo de garantizar vehículos con protección. La única forma de asegurar si un automóvil cumple las normas es haciendo una prueba de impacto (crash test en inglés).



Fig. 7. Maniqués usados para las pruebas de impacto. Imagen tomada de la web <http://motor-show.com.ar/2008/05/21/seguros-autos-argentina/>

Existe esa falsa creencia, muy difundida, entre la gente manifestando que mientras un automóvil es más rígido, es más seguro. Al mismo tiempo se comenta que los vehículos antiguos ofrecían más confianza en comparación con los actuales en lo que a protección estructural se refiere. Supongamos una colisión entre dos automóviles a 50 km/h, el uno un modelo actual y el otro con tecnología de 50 años atrás, en cada uno de ellos colocamos maniqués dotados de sensores para recopilar información importante como la aceleración, fuerza del impacto y el grado de las lesiones causadas.



Fig. 8 y 9. En la prueba de impacto frontal se colisionan dos vehículos. Uno antiguo y uno actual. En las imágenes se ilustra la prueba antes y durante la colisión. Imagen tomada de la web: [http://javierurautocar.blogspot.com/2011\\_05\\_01\\_archive.html](http://javierurautocar.blogspot.com/2011_05_01_archive.html)

A simple vista observamos que la carrocería del vehículo moderno se encuentra destrozada e irreconocible al igual que el antiguo, contrariamente a lo que se pensaba. Pero un análisis más detallado niega



rotundamente la aseveración antes mencionada. Los maniqués del modelo actual reportaron heridas leves, sin embargo los del vehículo antiguo no corrieron con la misma suerte, presentaron lesiones graves y con pocas oportunidades de sobrevivir. La explicación de este experimento se puede simplificar: la estructura del automóvil actual absorbió la mayor parte de la energía de impacto, deformándose en puntos estratégicos impidiendo la distribución de la misma hacia el habitáculo sin comprometer el espacio vital de los ocupantes. Cosa que no sucede con el vehículo antiguo, gracias a la información recopilada por los maniqués, éstos sufrieron heridas severas a consecuencia de recibir directamente la energía.



Fig. 10 y 11. Después de la colisión, a la izquierda el vehículo antiguo y a la derecha el vehículo nuevo. Imagen tomada de la web: [http://javierurautocar.blogspot.com/2011\\_05\\_01\\_archive.html](http://javierurautocar.blogspot.com/2011_05_01_archive.html)

Muchas personas hoy en día no toman en cuenta estas consideraciones cuando adquieren su automóvil. Los altos impuestos incluidos en la compra son causantes de que los concesionarios comercialicen sus vehículos reduciendo la calidad y los accesorios de seguridad con el afán de ser competitivos en el mercado manteniendo los mismos precios de las unidades. Por ejemplo, en los países industrializados es obligatorio como mínimo siete airbags, mientras que en países como el nuestro solo los vehículos de alta gama poseen aquellos elementos. Por esta razón, un mismo modelo vendido en nuestras fronteras no se parece al comercializado en un país del primer mundo en lo que a materias de seguridad y tecnología de refiere.

Cada vez nuevos materiales y nuevos diseños de carrocería aparecen en escena, donde la tendencia es ahorrar peso y reducir el consumo de combustible. Sin embargo, el común denominador de los potenciales compradores cree que la liviandad del vehículo lo hace menos seguro en situaciones extremas. Espero que con ésta información se despeje cualquier mito relacionado con los prototipos y el nuevo rumbo que toma la industria automovilística sea bienvenida por la gente porque todos los esfuerzos realizados y todo el dinero invertido tienen como objetivo reducir las muertes en nuestras carreteras.

***“Las grandes obras son hechas no con la fuerza, sino con la perseverancia” Samuel Johnson***